



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Verkehr BAV

RID 1.9 – Standardisierte Risikoanalyse: Erfahrungen BAV

24. April 2007 / Gery Balmer



Erfahrungen BAV: Ziele

Beurteilung

- Beurteilung von Risikoanalysen

Erfahrungen

- Aufzeigen der Entwicklung
- Vermitteln der wichtigsten Erfahrungen
 - Zusammenarbeit bei Entwicklung
 - Zusammenhang Methodik – Beurteilungskriterien
 - Massnahmenwirkung
 - Weiterentwicklung
 - Transparenz
 - Kommunikation
 - Einsatzbereich / Grenzen
- Ausblick



**Bitte unterbrechen Sie mich und
stellen Sie Fragen!**

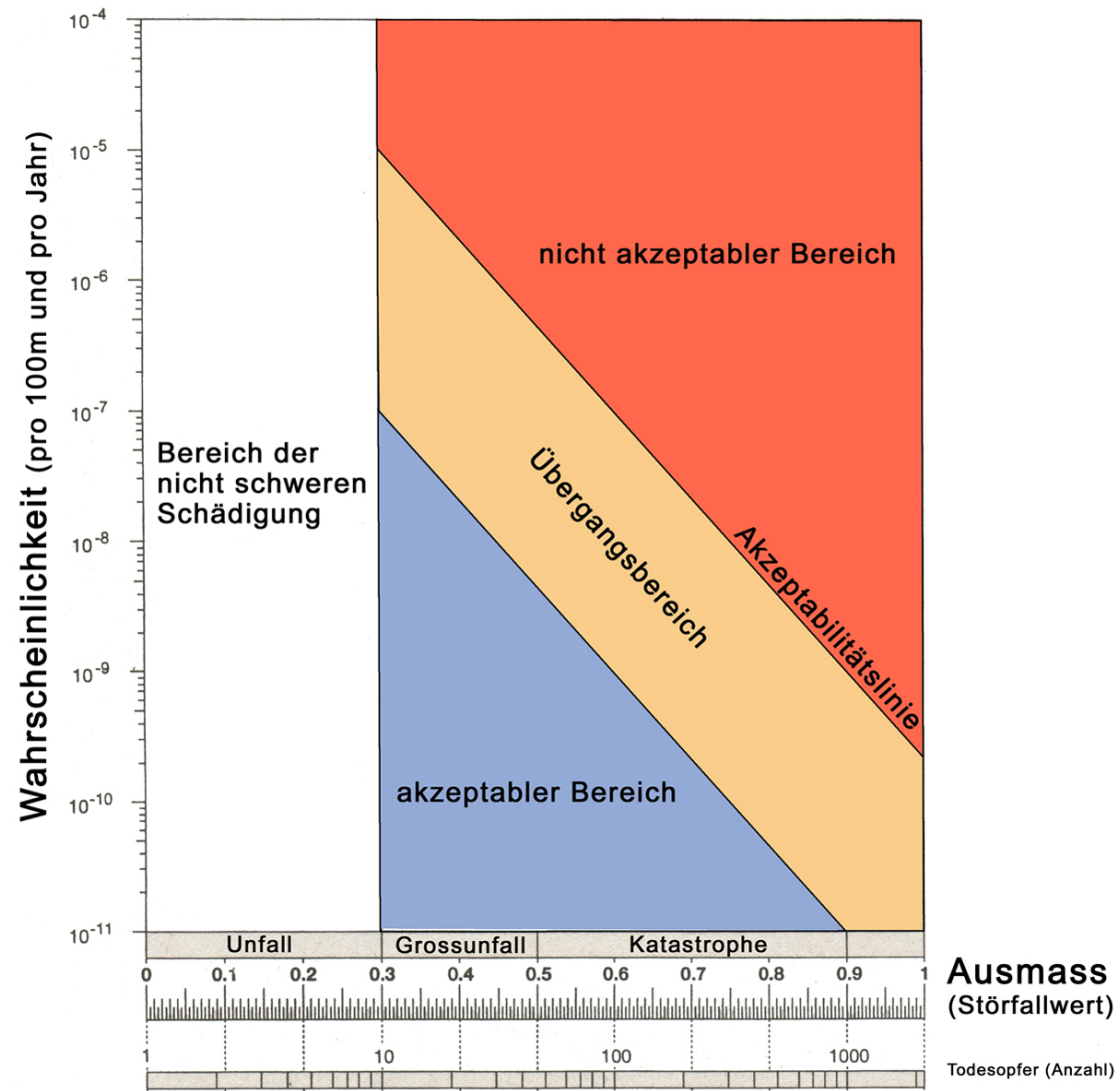


Beurteilung von Risikoanalysen

- Erarbeitung Risikoanalyse
 - Aufgabe der Infrastrukturbetreiberin
- Beurteilung durch Vollzugsbehörde
 - Anhörung von Fachbehörde und Kantonen
 - Grundlage: Beurteilungskriterien II des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
 - W/A-Diagramm

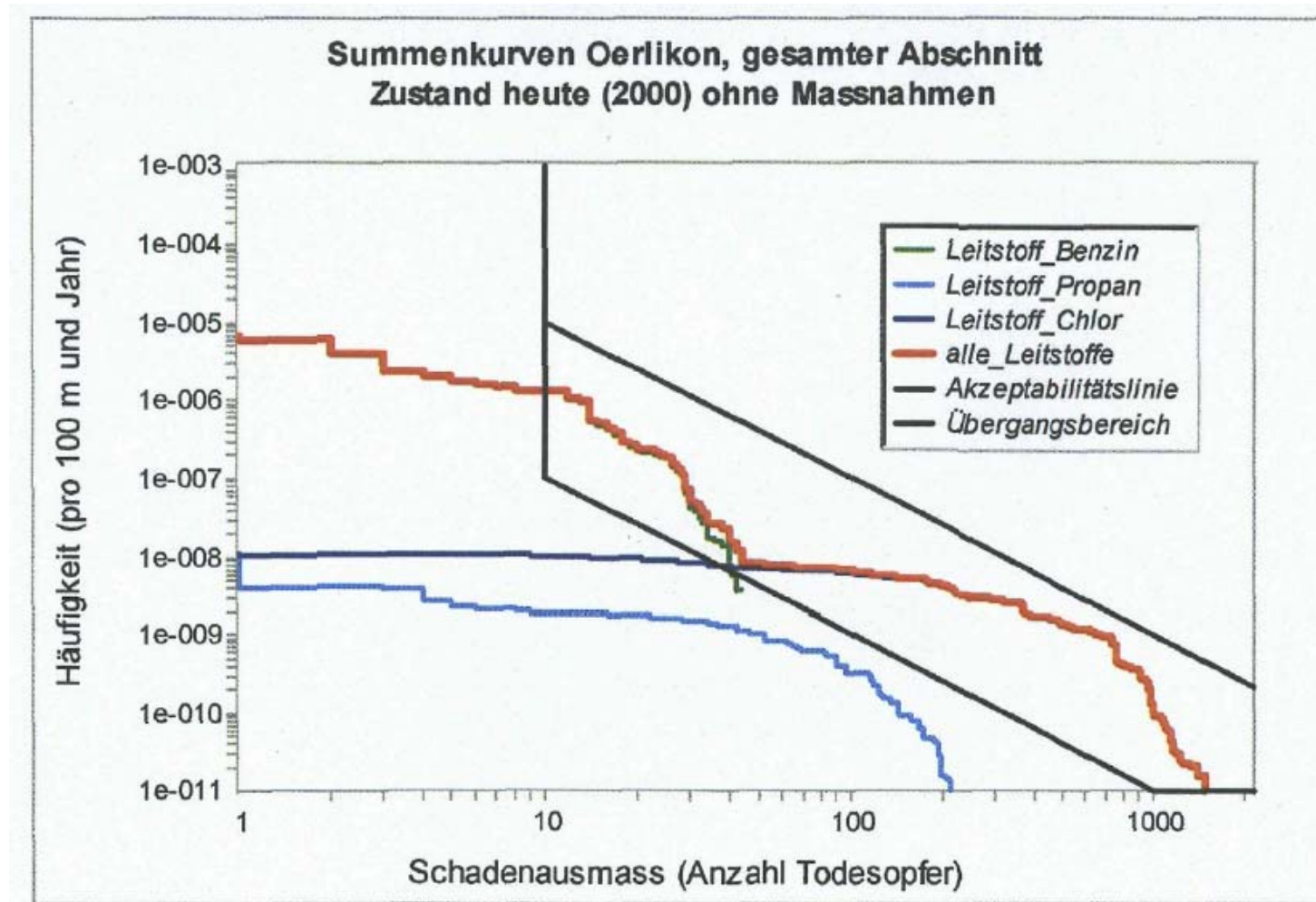


Beurteilung von Risikoanalysen





Beurteilung von Risikoanalysen





Beurteilung von Risikoanalysen

- Summenkurve im nicht akzeptablen Bereich
 - Risiko nicht tragbar
 - Theorie: neuer Verlauf der Summenkurve als Zielvorgabe
 - Praxis: Massnahmenkatalog mit entsprechenden Wirkungen
 - Abschätzung der Verhältnismässigkeit
- Summenkurve im Übergangsbereich
 - Abschätzung Tragbarkeit durch Behörde
 - Massnahmenkatalog mit entsprechenden Wirkungen
 - Abschätzung der Verhältnismässigkeit



Beurteilung von Risikoanalysen

- Summenkurve im akzeptablen Bereich
 - Risiko ist tragbar
- Allgemeine Sicherheitsmassnahmen
 - Müssen unabhängig vom Verlauf der Summenkurve eingehalten werden (Stand der Technik)



Entwicklung der Methodik

- 1998 Pilotrisikoanalyse (PRA) Bahn
- 2000 Screening 1
→ Beurteilungskriterien II
- 2001 Screening 2
- 2002 Gemeinsame Erklärung
- 2000-2005 Lokale Risikoanalysen
- 2006 Screening 3



Pilotrisikoanalyse Bahn (1998)

- Ziele
 - Entwicklung einer Analysemethodik als Muster für zukünftige Risikoermittlungen
 - Untersuchung von Einflussgrössen
 - Sensitivitätsanalysen zur Abschätzung des Streubereiches
 - Erste Grundlage für Beurteilungskriterien
- Vorgaben
 - Kollektive Risiken
 - Resultate in W/A-Diagramm (Risikosummenkurve)



Zusammenarbeit

- Beteiligte an Entwicklungsprozess (1997 – 2006)
 - Bundesamt für Umwelt (Fachbehörde)
 - Schweizerische Bundesbahnen SBB (Infrastruktur)
 - Bundesamt für Verkehr (Vollzugsbehörde)
 - Weitere (Hochschulen, chem. Industrie, Swiss Re)
- Bedeutung der Zusammenarbeit
 - Konventionen:
Stakeholder müssen gemeinsame Lösung finden
→ Zahlen / Parameter nicht manipulierbar
→ Expert Judgement wird im Voraus zusammengefasst,
damit ist gewisse Objektivität gewährleistet
 - Diskussion über Methodik / Parameter findet im Vorfeld statt:
→ langwierige Diskussionen bei Anwendung werden vermieden
 - Entscheidend für Akzeptanz der Methodik bei Beteiligten
 - Bewusstsein bei allen Beteiligten über Qualität der Aussagen
→ einfachere Umsetzung



Zusammenarbeit - Beispiele

- Konventionen (Beispiele)
 - Definition von Störfallszenarien
 - Verhältnis Freisetzungshäufigkeit dick- / dünnwandige Kesselwagen (1:100)
 - Zündwahrscheinlichkeiten Propan
 - Toxizität von Chlor / Ausbreitungsmodelle
 - Herleitung der unfallbedingten Freisetzungshäufigkeit (Grundlagen für statistische Auswertungen)
 - Verteilung / Berücksichtigung von Wohn- / Arbeitsplatzbevölkerung
 - Wahl der Leitstoffe, Zuordnung von Stoffen zu Leitstoffen / Gewichtungsfaktoren
 - etc.



Screening 1 - Beurteilungskriterien

- Screening 1
 - Vereinfachte Methodik → netzweite Anwendung
 - Basis: netzweit einfach verfügbare Parameter
 - Ziel: Festlegung der Risikoakzeptanz-Kriterien
 - Parameter:
 - Normierungslänge
 - Häufigkeit
 - Ausmass
 - Auch hier: Zusammenarbeit ist wichtig, denn:
Festlegung von Kriterien ist ein politischer Prozess!
- ➔ Beurteilungskriterien und Analysemethodik hängen zusammen!



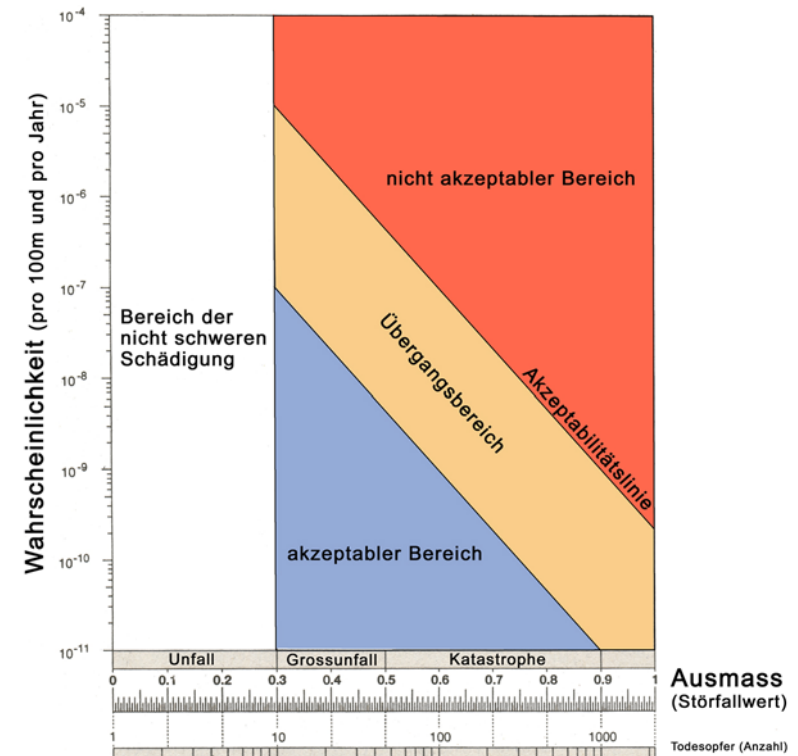
Beurteilungskriterien

- Konventionen (Beispiele)
 - Grenzkostenansatz?
 - Risiko ist tragbar, wenn alle Massnahmen mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis realisiert sind
 - Wert eines Menschenlebens?
 - Berücksichtigung von Risikoaversion?
(„mathematisches“ vs. „empfundenes“ Risiko)
 - Normierungslänge?
 - „Verschmieren“ auf 100m- / 300m- / 1km-Elemente?



Beurteilungskriterien

- Resultat der Arbeiten:
Beurteilungskriterien II für
Verkehrswege
 - Definition der Kriterien:
Politischer Prozess
- frühzeitiger Einbezug der
Stakeholder ist wichtig!





Screening 1 - Erkenntnisse

- Screening 1
 - gute Risiko-Information, CH-weiter Überblick
 - analytisches Vorgehen: ermöglicht Aussagen über Gründe für Risiken und deren Anteile
 - Gezielte Suche nach effizienten Massnahmen möglich
 - **Leitstoff Chlor** ist auch in kleinen Mengen risikobestimmend (selten, aber grosses Ausmass)
 - Leitstoff Propan** hat kleinere Bedeutung (rel. kleine Mengen, beschränkter Wirkungsradius)
 - Leitstoff Benzin** ist erst in grossen Mengen von Bedeutung (kleine Wirkungsradien)



Screening 2 - Massnahmensuche

- Screening 1: beste verfügbare Informationen
 - Resultate verwendet als Beurteilungs-Grundlage
 - Für diese Verwendung: Weiterentwicklung notwendig
- Screening 2:
 - Ziel: Beurteilung von Massnahmen (Wirksamkeit, Kosten)
 - 14 Massnahmen wurden untersucht, so z.B. sicherheitstechnisch verbesserter Chlor-Kesselwagen
- Resultate:
 - netzweit wirkende Massnahmen am effizientesten
- Folge:
 - Gemeinsame Erklärung 2002 (SBB, chemische Industrie, Behörden)



Wirksamkeit von Massnahmen

Einsatz verbesserter Chlor-Kesselwagen



Massnahme

- Verbesserte Ausstattung von Chlor-Kesselwagen

Ziel

- Verminderung der bedingten Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung als Folge eines Unfalls



Wirksamkeit von Massnahmen

Abschätzung Wirkung verbesserte Ausstattung

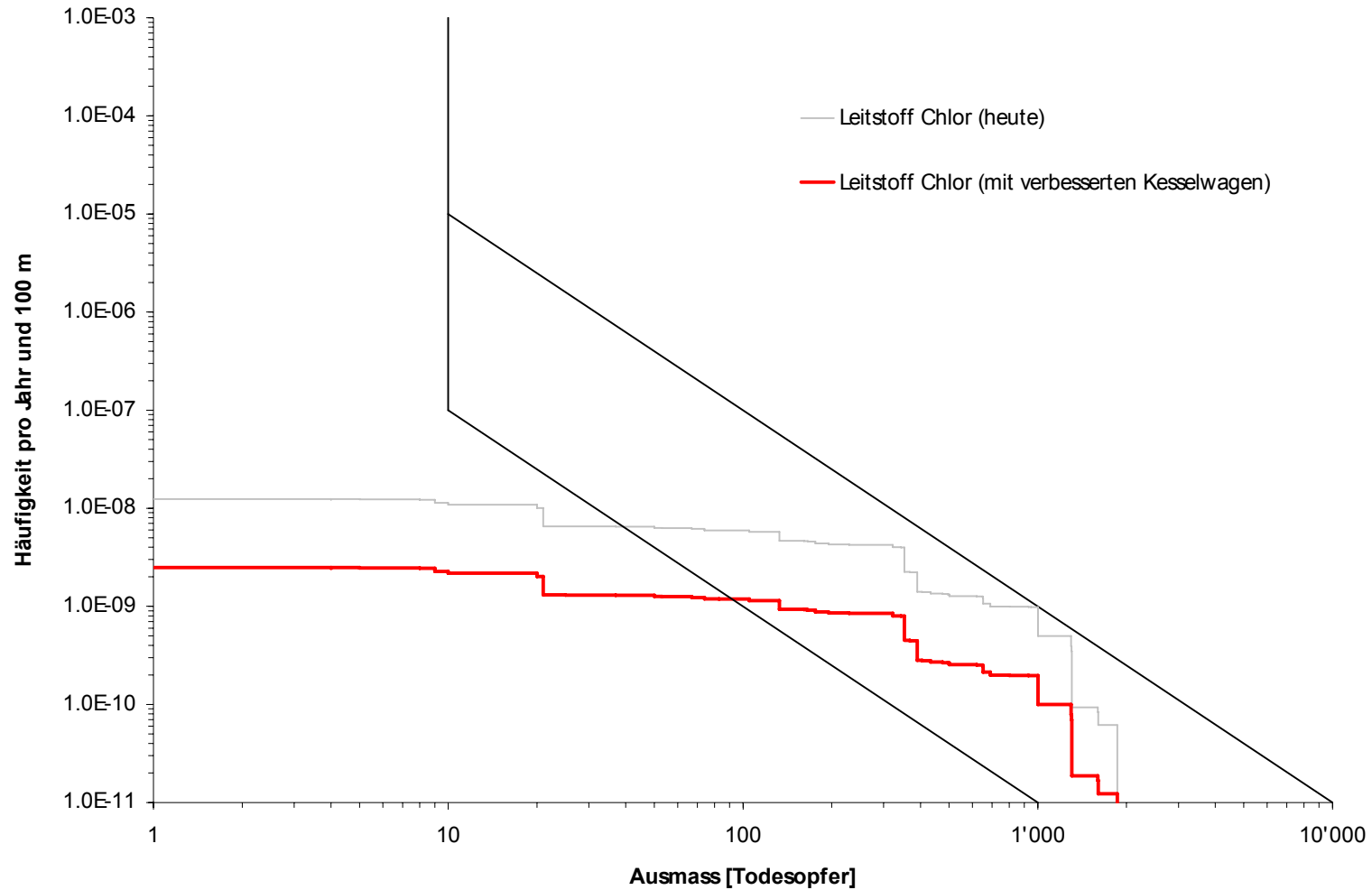
Ereignis	Unfallart		Betroffene Stelle / Szenario	Massnahme		Annahme: unabhängig wirkende Einzelmassnahmen										Wirkungskombinationen																			
				relativer Anteil Szenario		1. Crashelemente Puffer	2. Untergestell: optimierte Konstruktion	3. Untergestell: Verlängerter Vorbau	4. Schutzschilde	5. Sandwichboden / 12mm Boden	6. Formschlussiger Domdeckel	7. spezielle Armaturen	8. Angeschweisste Anbauteile	9. Entgleisungsdetektoren	10. Verbesserter Kessel	Massnahmen 1 - 8	Massnahmen 1 - 9	Massnahmen 1 - 8 + 10	Massnahmen 1 - 10																
Freisetzung	Entgleisung 80%	Entgleisung 70%	Stirnseite	20.00%	30.00%	0.90	0.70	0.80	0.70	0.90	0.70	0.70	0.50	0.70	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.60	0.60	0.90	0.80	0.29	0.07	0.17	0.04	0.26	0.05	0.15	0.03		
			Armaturen	4.00%	5.00%	1.00	0.90	1.00	0.90	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	0.20	0.30	0.20	0.80	0.70	0.60	0.60	1.00	0.90	0.07	0.02	0.04	0.01	0.07	0.02	0.04	0.01	
			restliche Tankwandung	56.00%	35.00%	1.00	1.00	0.80	0.60	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.60	0.60	0.20	0.20	0.65	0.35	0.39	0.21	0.13	0.07	0.08	0.04	
	Zusammenstoss /	Zusammenstoss /	Stirnseite	15.00%	25.00%	0.70	0.40	0.70	0.50	0.70	0.50	0.50	0.40	0.50	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.08	0.01	0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01		
			Armaturen	1.00%	1.00%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	0.20	0.30	0.20	0.80	0.80	0.90	0.90	1.00	1.00	0.07	0.03	0.06	0.03	0.07	0.03	0.06	0.03		
			restliche Tankwandung	4.00%	4.00%	1.00	1.00	0.90	0.90	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	1.00	0.80	0.30	0.30	0.90	0.66	0.90	0.52	0.27	0.20	0.27	0.16	
	Aufprall 20%	Aufprall 30%	Stirnseite																																
			Armaturen																																
			restliche Tankwandung																																
			Ganzer Wagen	100.00%	100.00%	0.94	0.76	0.80	0.64	0.94	0.74	0.87	0.70	0.81	0.63	0.97	0.95	0.97	0.95	0.90	0.82	0.66	0.69	0.49	0.58	0.41	0.12	0.27	0.08	0.20	0.07	0.13	0.05		
	alle Arten 100%	alle Arten 100%	Stirnseite	35.00%	55.00%	0.81	0.56	0.76	0.61	0.81	0.61	0.61	0.45	0.61	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.85	0.73	0.74	0.90	0.80	0.17	0.04	0.12	0.03	0.15	0.03	0.11	0.02		
			Armaturen	5.00%	6.00%	1.00	0.92	1.00	0.92	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	0.20	0.30	0.20	0.80	0.72	0.66	0.65	1.00	0.92	0.07	0.02	0.05	0.01	0.07	0.02	0.05	0.01		
restliche Tankwandung			60.00%	39.00%	1.00	1.00	0.81	0.63	1.00	0.90	1.00	1.00	0.91	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.81	0.63	0.62	0.20	0.21	0.66	0.37	0.41	0.23	0.13	0.08	0.08	0.05			
Ganzer Wagen			100.00%	100.00%	0.94	0.76	0.80	0.64	0.94	0.74	0.87	0.70	0.81	0.63	0.97	0.95	0.97	0.95	0.90	0.82	0.66	0.69	0.49	0.58	0.41	0.12	0.27	0.08	0.20	0.07	0.13	0.05			

Beispiel



Wirksamkeit von Massnahmen

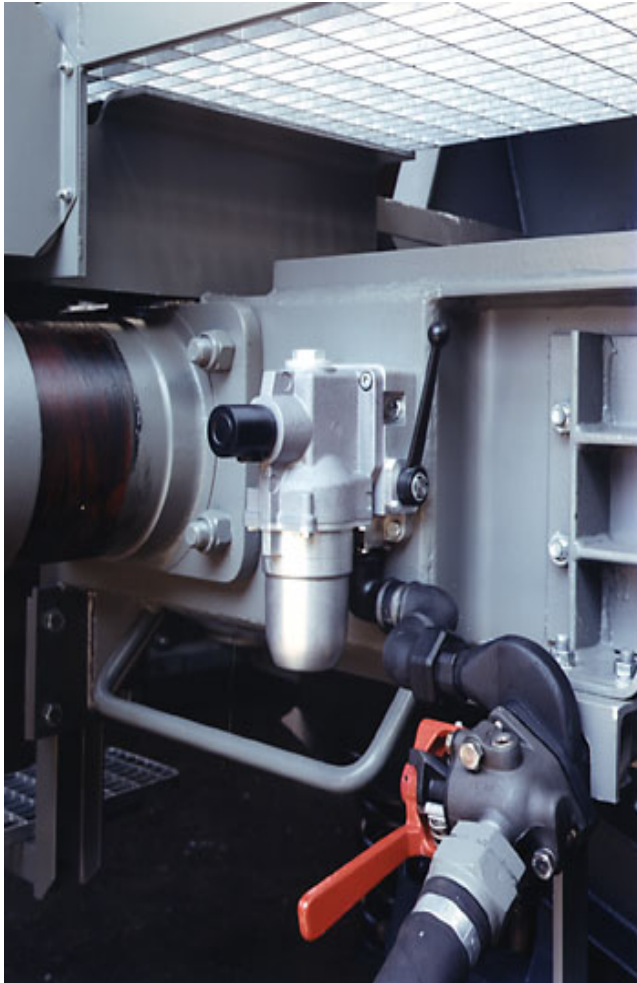
Auswirkungen W-A-Diagramm, Beispiel Genf





Wirksamkeit von Massnahmen

Entgleisungsdetektoren bei Kesselwagen



Massnahme

- Pneumatischer Entgleisungsdetektor
- Autarkes System am Wagen

Ziel

- Entgleisung einer Achse eines Kesselwagens sofort detektieren
- Zug abbremsen
- Verhindern, dass der entgleiste Wagen über einige km unbemerkt mitgezogen wird, bis er an einer Weiche entgleist.



Wirksamkeit von Massnahmen

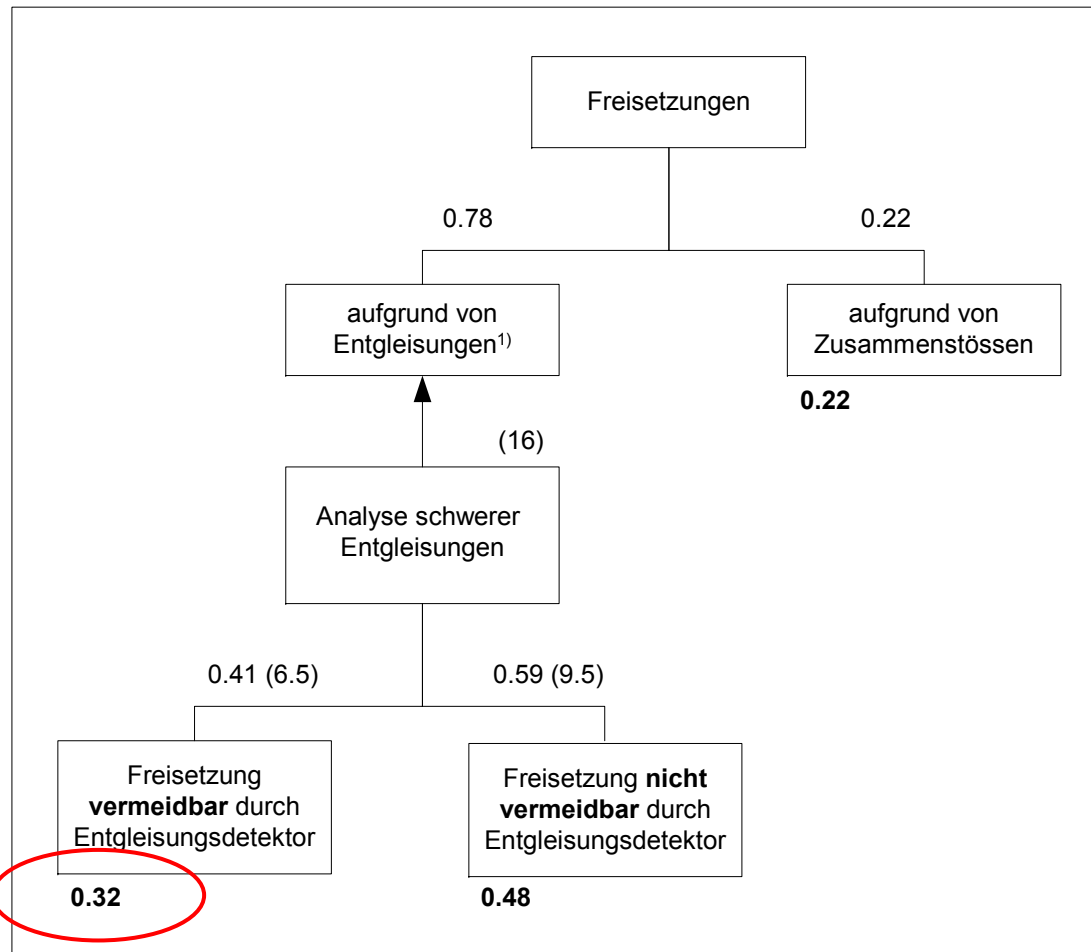
Analyse von Entgleisungen von Güterzügen

NR	Tag/Monat	Jahr	Ort	Unfallart	Beteiligte Züge	Ursache	Initialereignis Station	Hauptereignis Station	Entgleisungsdetektor wirksam?	Bemerkungen / Ursache	Sachschaden [CHF]
4	14.02.1990	1990	Airolo	E	GZ	R	X	X	0.0	Radscheibenriss	510'000
2	09.01.1990	1990	Mühlau Benzenschwil	E	GZ	P		X	1.0	Heissläufer	3'300'000
6	26.02.1990	1990	Bäch Pfäffikon SZ	E	GZ	R		X	1.0	Radbruch (einige 100m vor Station)	250'000
7	07.03.1990	1990	Däniken	E	GZ	R	X	X	0.0	Pufferübergreifung beim Befahren einer Weiche	600'000
11	03.04.1990	1990	Yverdon	E	GZ	R	X	X	0.0	Pufferübergreifung (bei Einfahrt, Entgleisung bei Ausfahrt)	76'000



Wirksamkeit von Massnahmen

Wirksamkeitsabschätzung

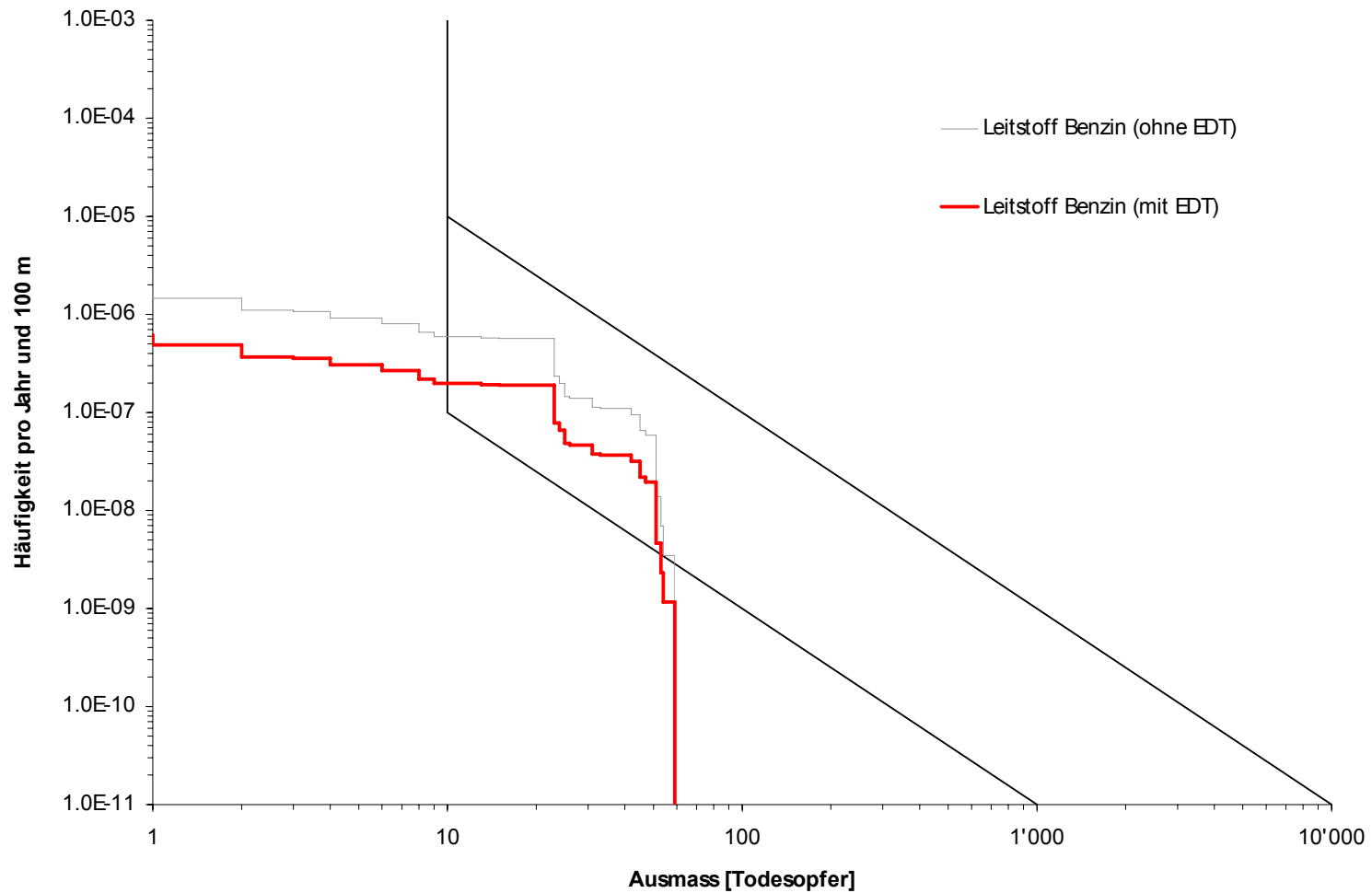


- Hauptsächlich Wirkung bei Entgleisungsursachen am Kesselwagen (Radbruch, Achsbruch, ...)
- Ausserhalb von Weichenbereichen / Bahnhöfen



Wirksamkeit von Massnahmen

Auswirkungen W-A-Diagramm, Beispiel Oerlikon





Screening 2 – Erfahrungen

- Resultate
 - 34 von 3471km nicht akzeptabler Bereich
 - 528 km im Übergangsbereich
 - 2909 km akzeptabler Bereich
- Gemeinsame Erklärung:
Umsetzung vermag nicht akzeptable Risiken zu eliminieren
→ wichtig: verbesserter Kesselwagen für Chlor
- Grundlage für Beurteilung von Risiken
- Feststellung:
im Vergleich mit lokalen Risikoermittlungen zu konservativ



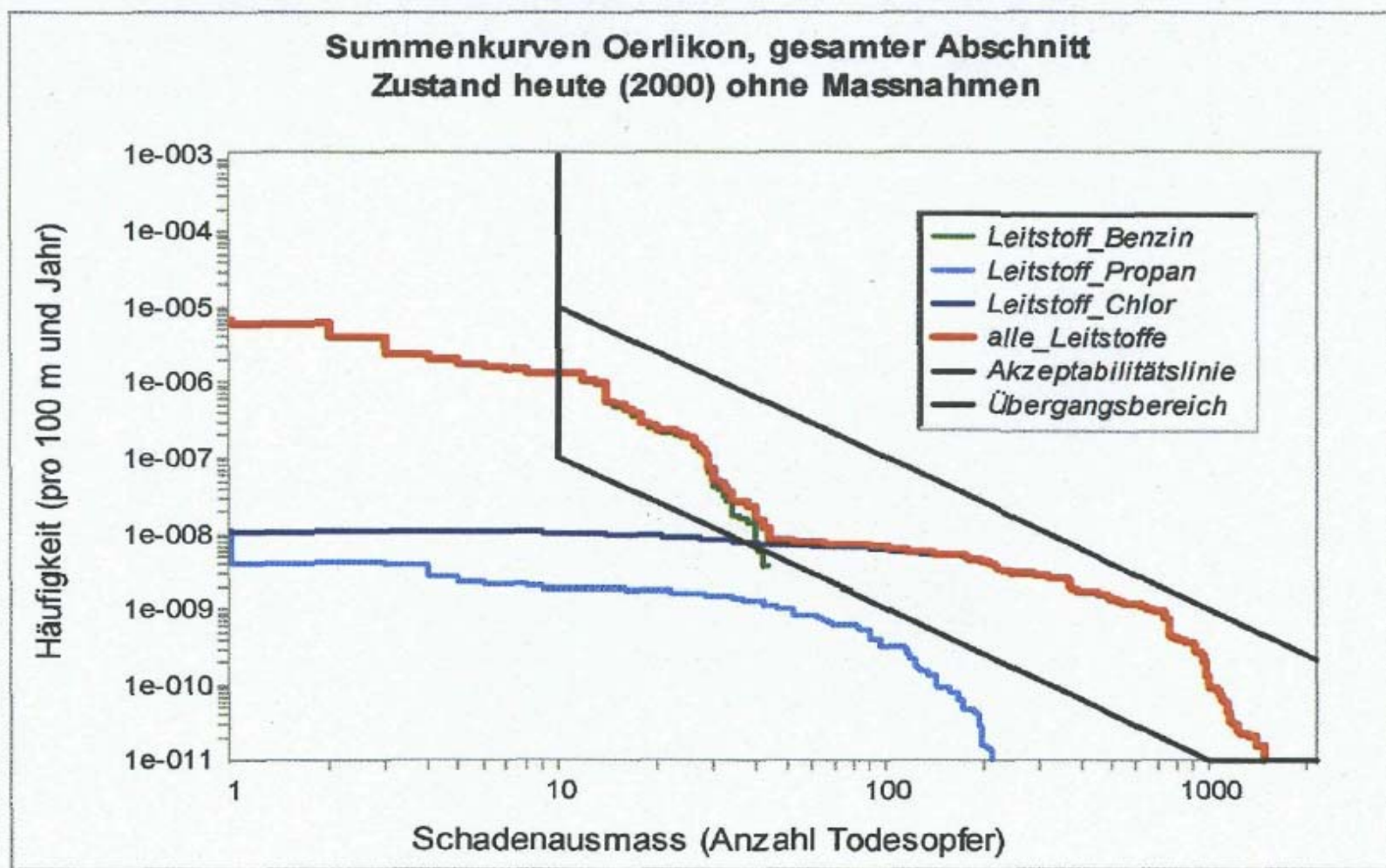
Screening 3

- Screening-Methodik zu konservativ:
Identifikation der Parameter, die Differenz ausmachen
→ Weiterentwicklung der Screening-Methodik
→ wieder in Zusammenarbeit mit Beteiligten
- Screening 3: neueste Risikodaten
 - allgemein: relativ nahe an lokaler Risikoermittlung
 - Keine nicht akzeptablen Risiken mehr (u.a. wegen Änderung der Transportwege von Chlor)
 - Transportmengen ändern rasch → v.a. bei Chlor: grosser Einfluss auf Risiken!
→ Risikolandschaft z.T. sehr dynamisch
→ periodische Aktualisierung notwendig
→ netzweit wirkende Massnahmen sind zu bevorzugen!
- Die Risikoanalyse-Methodik ist kein statisches Instrument!
→ muss je nach Bedürfnis angepasst werden.



Einfluss der Transportmenge (1)

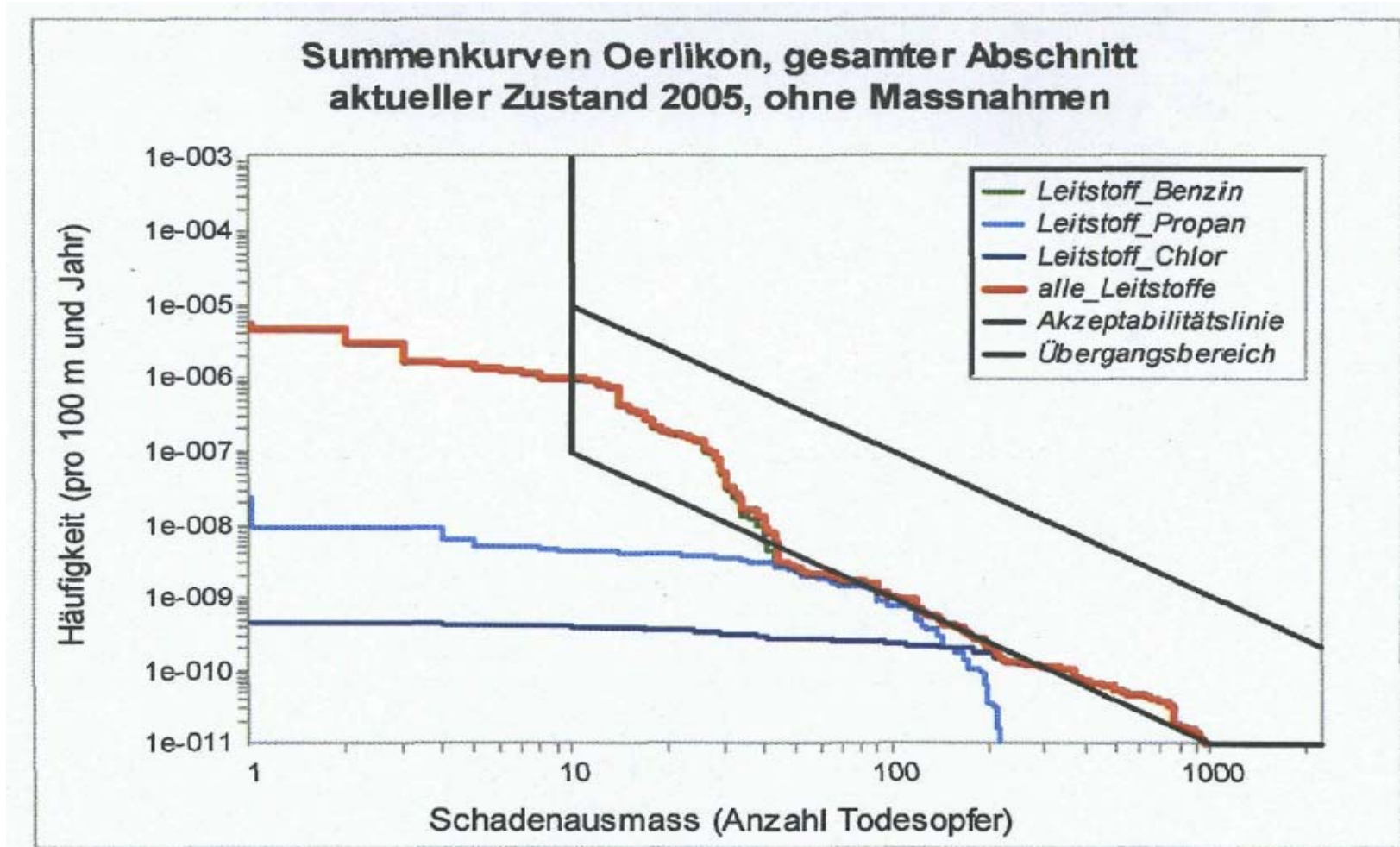
Chlor, 2000: 217 volle Kesselwagen





Einfluss der Transportmenge (2)

Chlor, 2005: 9 volle Kesselwagen





Transparenz

- Transparente Kommunikation
 - Darlegen der Notwendigkeit von Massnahmen (Politik, Behörden, Bahnen, Öffentlichkeit)
 - Nachweis für Erfolg von Massnahmen
 - Aufzeigen von Risiko-Entwicklungen
- Weitere Anwendungen
 - Grundlage für die **risikoorientierte Weiterentwicklung** von Gefahrgut-Regelwerken (wo muss ich ansetzen, um eine optimale Wirkung zu erzielen?)
 - Grundlage für Raumplanung (Rücksicht auf raumrelevante Risiken)



Einsatzbereich / Grenzen

- Gutes Instrument um relative Vergleiche durchzuführen
 - Vorgaben CH-Gesetzgebung eingehalten?
 - Wo sind die Hot-Spots?
 - Wie ist die Wirkung von Massnahmen?
 - Kosten-Nutzen-Verhältnis von Massnahmen?
(Bsp. Chlorkesselwagen)
- Vorsicht bei
 - Vergleichen mit Summenkurven aus anderen Bereichen
 - „Präzisen“ Beurteilungen, va. im hohen Ausmassbereich



Kommunikation

- Risiken aus Gefahrguttransport
 - Öffentliches Bewusstsein nur bei Unfällen
 - dann ausschliesslich negativ!
 - Kommunikation aus der Defensive
 - Aufzeigen von Entwicklungen, Massnahmen
 - jemand kümmert sich darum
 - es geht in die richtige Richtung
 - proaktive Kommunikation
 - Dennoch:
 - heikles Thema, auch wenn proaktiv kommuniziert!



Ausblick

- Personenrisiken:
 - Lokale Risikoanalyse und Screening haben sich bewährt
- Vergleichbares Instrument für Bereich Umwelt fehlt
- Methodik Umweltrisiken wird zurzeit erarbeitet
 - Indikatoren: Oberflächen- und Grundwasser
 - Erste Resultate: bis Ende 2007
 - Wichtig für ganzheitliche Beurteilung von Strecken